

Anais da

Academia
Brasileira de
Ciências



MCMXVI

Vol. 65, Nº 3, 1993

ICNOLOGIA DA BACIA DE MANGABEIRA, CRETÁCEO DO CEARÁ

ISMAR DE SOUZA CARVALHO¹ e ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES^{2*}

¹Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

²Museu Nacional/UFRJ e Instituto de Geociências/UERJ

Manuscrito recebido em 24 de junho de 1992; aceito para publicação em 17 de dezembro de 1992
credenciado por CÂNDIDO SIMÕES FERREIRA

ABSTRACT

In the clastic deposits found on the Cretaceous basins of Mangabeira, Lavras da Mangabeira and Iborepi, from the Southern of Ceará State (Brazil) there are only invertebrate and vertebrate fossil fragments. In Sítio Limoeiro, which is located on the Mangabeira Basin, there is an ichnofossiliferous association of rhizolites and vertical tubes (*Skolithos* ichnosp.).

The rhizolites are long dichotomic structures, with yellowish halos of alteration in the reddish arenaceous matrix. Although these structures can be indicative of pedogenetic processes, they are not necessarily synchronous with the other ichnofossils. The ichnogenus *Skolithos*, are vertical tubes, not ramified, and have the same colour of the surrounding matrix. They show small quartz particles agglutinated on their walls. Besides the stratigraphical context of their occurrence and in analogy with the biogenic action on recent fluvial deposits, we have inferred that the producers of these ichnofossils were terrestrial insects.

The ichnological data from this cretaceous sedimentary areas are important to the understanding of the paleobiological groups and to the paleoenvironmental analysis.

Key words: Icnofósseis, Artrópodes, Cretáceo, Bacia de Mangabeira, Bacia de Lavras da Mangabeira, Bacia de Iborepi.

INTRODUÇÃO

Embora apresentando uma diversidade inferior à observada nos ambientes marinhos, a análise sobre os inúmeros icnitos continentais tem revelado diferentes tipos morfológicos. São pegadas, rastros e escavações de vertebrados e invertebrados (principalmente insetos e outros artrópodes), originadas por espécies terrestres, aquáticas e semi-aquáticas, resultando em associações de icnofósseis que constituem a icnofácies *Scoyenia*. Muitos de seus representantes, em virtude de suas

características morfológicas, incluem diversos icnogêneros que até há pouco tempo eram somente conhecidos em icnofácies marinhas típicas, como por exemplo o icnogênero *Skolithos*.

Nos últimos anos, as pesquisas paleontológicas dos depósitos continentais brasileiros permitiram a identificação de uma grande variedade de icnofósseis terrestres. Mas, ao contrário dos icnitos de vertebrados, as estruturas biogênicas resultantes da atividade de invertebrados e de vegetais ainda são pouco conhecidas, particularmente as presentes em unidades cretácicas, situação em que se encontram especificamente as pertencentes às bacias interiores do nordeste.

Nesse contexto, objetiva-se neste trabalho descrever e identificar as escavações verticais re-

*Endereço para correspondência:

Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional, Quinta da Boa Vista - São Cristóvão, 20.940-040 Rio de Janeiro, RJ.

sultantes da ação de artrópodes e do crescimento de raízes observadas nos sedimentos arenosos da pequena bacia de Mangabeira, auxiliando no conhecimento dos grupos paleobiológicos dessas áreas cretácicas e na sua caracterização paleoambiental.

CONTEXTO GEOLÓGICO

Nas localidades de Mangabeira, Lavras de Mangabeira e Iborepi, na região sul do Estado do Ceará, ocorrem três pequenas bacias sedimentares (com área total de 63km²), preenchidas com arenitos cretácicos (Fig. 1). As falhas de Lavras de Mangabeira e Iborepi, que compartimentam a área em zonas alongadas segundo o "trend" regional (paralelo ao lineamento Patos), e o sistema de falhamentos de direção nordeste paralelo ao lineamento Portalegre, é que são os responsáveis pela formação e desenvolvimento destas bacias intracontinentais.

As rochas do embasamento englobam uma associação litológica de baixo grau metamórfico (facies xistos verdes) correlacionada aos grupos Ceará e Cachoeirinha: metapsamitos e metapelitos, sem indícios de migmatização. Em contato tectônico (com uma estreita faixa cataclástica gerada por falhamentos transcorrentes) estão rochas de alto grau metamórfico pertencentes ao Complexo Caiacó (gnaisses e migmatitos). Duas direções preferenciais de foliação são observadas, uma NE-SW e outra E-W geralmente condicionadas à influência de grandes falhamentos regionais (Prado *et al.*, 1980).

Diques de rochas básicas com direção NE-SE margeiam a borda sul das bacias de Mangabeira e Lavras da Mangabeira.

A. LITOESTRATIGRAFIA

As seqüências sedimentares destas bacias são caracterizadas por sedimentos clásticos (Fig. 2). Os depósitos iniciam-se quase sempre por brechas ou conglomerados brechóides polimíticos com matriz arenosa grossa. Em direção ao topo, há progressiva granodecrescência: arenitos conglomeráticos, arenitos grossos e finalmente intercalações de arenitos finos com argilitos e siltitos; a coloração destes se-

dimentos é sempre amarelo-avermelhada. As principais estruturas sedimentares são estratificações cruzadas acanaladas e laminação plano-paralela, principalmente no topo das seqüências.

Estes sedimentitos cretácicos afloram fundamentalmente nas bordas das bacias, pois suas partes centrais são preenchidas com material aluvial holocênico inconsolidado, disposto preferencialmente ao longo dos canais ativos do rio Salgado, do riacho das Pimentas e do riacho do Rosário.

Os arenitos grossos foram considerados por Costa & Melo (1965) como correlacionáveis com os da "Bacia do Rio do Peixe", e Prado *et al.* (1980) designaram estas seqüências sedimentares como Formação Antenor Navarro (Fig. 3).

B. CONTEXTO TECTÔNICO

A feição estrutural mais expressiva são os extensos falhamentos longitudinais transcorrentes, concordantes com a direção do lineamento Patos. Essas falhas direcionais relacionam-se a esforços compressivos, cronologicamente distintos dos que originaram os pequenos falhamentos transcorrentes transversais à estruturação regional. Remobilizações verticais com abatimentos de blocos ao longo de várias falhas desse sistema geraram estas pequenas bacias, limitadas por falhas verticais e preenchidas por sedimentos da Formação Antenor Navarro do Grupo Rio do Peixe.

Prado *et al.* (1980) definiram um tectonismo de natureza tafrogênica relacionado à primeira fase de reativação Wealdeniana de Almeida (1969), o qual denominaram de D3, desencadeada entre o final do Jurássico e início do Cretáceo. Esta fase seria marcada por reativações gravitacionais dos falhamentos transcorrentes relacionados a uma fase "rift" caracterizada por derrame fissural de basalto (Magmatismo Rio Ceará-Mirim). A relação entre os sedimentos da Formação Antenor Navarro e estes diques de diabásio é controversa, pois sua datação radiométrica de 175 + ou - 4 m.a. (Liássico-Toarciano) não condiz com a idade eocretácica paleontologicamente obtida para o Grupo Rio do Peixe (Almeida *et al.*, 1988) na Bacia de Sousa.

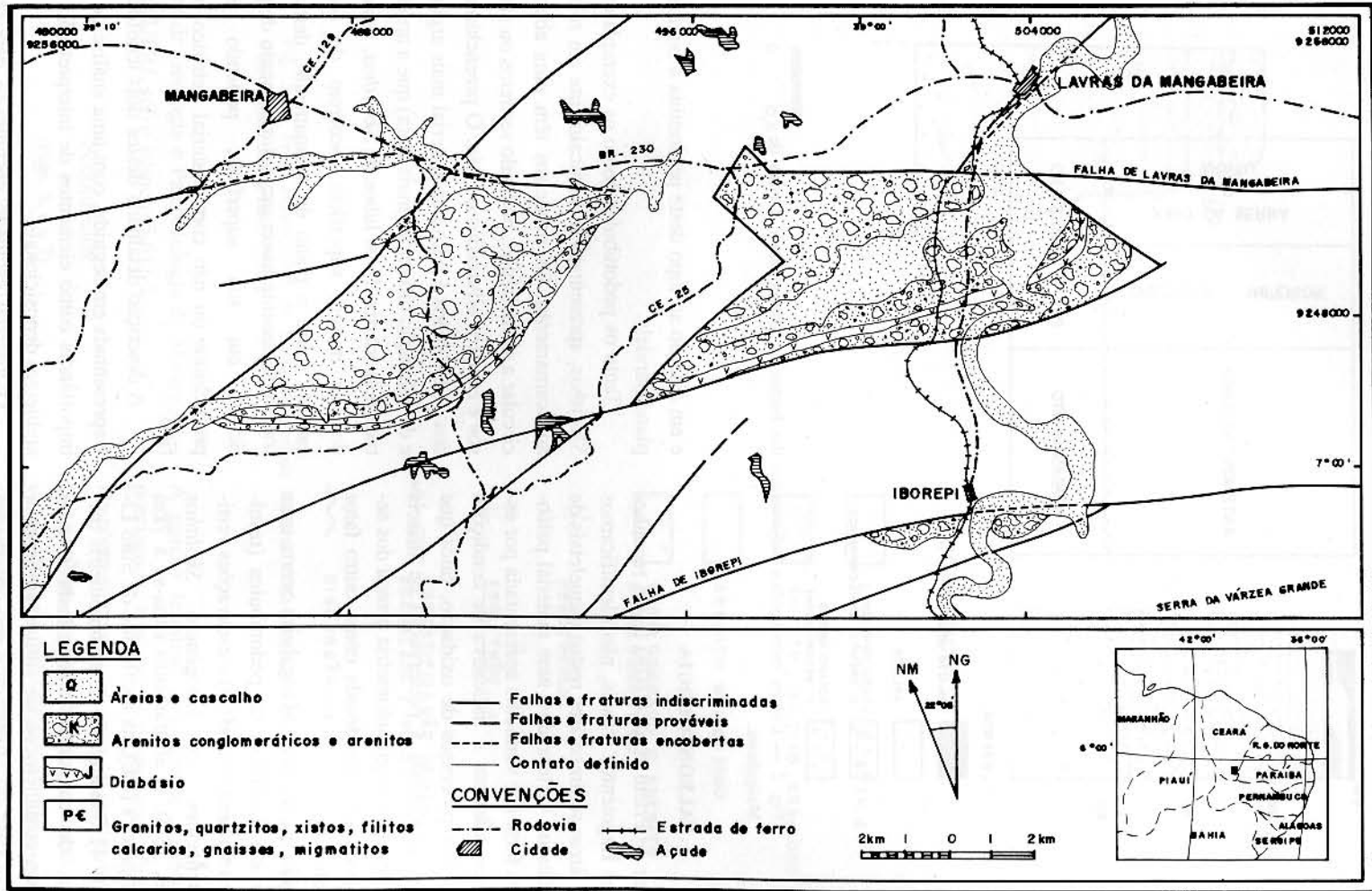


Fig. 1 — Mapa geológico das bacias de Mangabeira, Lavras de Mangabeira e Iborepi. Modificado de Prado *et al.* (1980).

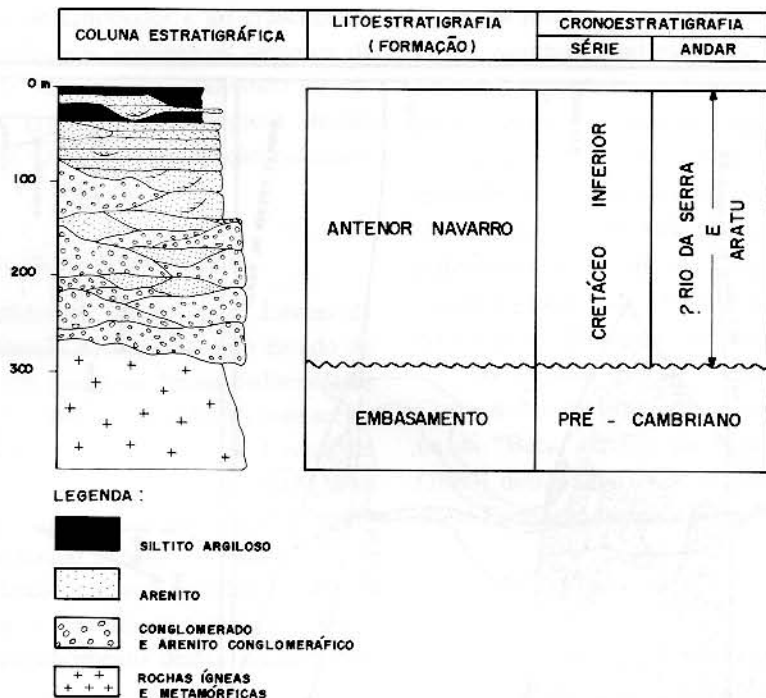


Fig. 2 — Coluna estratigráfica esquemática das bacias de Mangabeira e Lavras de Mangabeira.

PALEONTOLOGIA

Apesar de Priem *et al.* (1978) terem reconhecido alguns fragmentos fósseis, não identificamos nestas três áreas sedimentares restos esqueléticos de invertebrados ou vertebrados, nem material paleobotânico. A forte cor vermelha apresentada por estes depósitos clásticos é indicativa de condições acentuadas dos processos de oxidação, fator que certamente inviabilizou a preservação de fósseis animais e vegetais. A granulometria grossa dos sedimentos pode ser considerada como outro fator determinante.

Contudo, na Bacia de Mangabeira ocorre uma associação icnofossilífera de pedotúbulos (resultantes do crescimento de raízes) e escavações verticais pertencentes ao icnogênero *Skolithos* Haldemann, 1840. O afloramento situa-se a 7km SE de Mangabeira (CE), na localidade de Sítio Limoeiro (Fig. 4). São arenitos de granulometria média a fina, de coloração avermelhada e com intercalações centimétricas de siltitos argilosos e argilitos. Na base do afloramento são observadas algumas microestratificações cruzadas acanaladas,

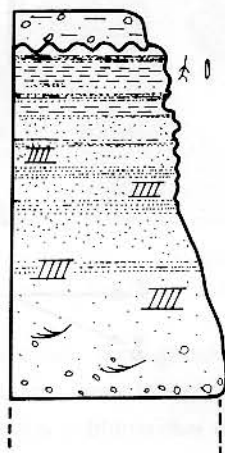
e em direção ao topo deste predomina a laminação plano-paralela.

Tanto os pedotúbulos como os exemplares de *Skolithos*, apresentam-se verticalmente em relação ao acamamento. Os primeiros têm uma abertura circular a semicircular, podendo ser retos ou sinuosos e estarem bifurcados ou não. O preenchimento dos pedotúbulos é feito por material mais argiloso, e de coloração diferente (mais clara) que a apresentada pela matriz. Já os tubos de *Skolithos*, associados na mesma superfície, ocorrem de forma saliente sobre o plano de acamamento, demonstrando claramente haver um aglutinamento de partículas em sua superfície, podendo estar preenchidos ou não com material detrítico mais fino.

A descrição detalhada destes dois icnofósseis é apresentada em seguida, com uma análise de sua importância como elementos de interpretação dos ambientes deposicionais.

O material estudado encontra-se depositado na coleção de invertebrados fósseis do Departamento

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DA FORMAÇÃO ANTENOR NAVARRO SÍTIO LIMOEIRO



0 0,5 m

CONVENÇÕES



Fig. 3 — Perfil estratigráfico da Formação Antenor Navarro (Sítio Limoeiro, Bacia de Mangabeira). Reproduzido de Carvalho (1989).

mento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ, sob o número 5.611-I.

Pedotúbulos

(Figs. 5, 6 e 7)

Descrição. Estruturas alongadas, ramificadas ou não, tendo em seção forma circular ou ovalada.

A porção terminal apresenta-se arredondada ou pontiaguda, tendendo a progressivo afunilamento. Dispõem-se perpendiculares ou inclinadas em relação ao plano de estratificação, retilíneas e, algumas vezes, suavemente onduladas. Diferenciam-se facilmente da matriz devido às suas colorações distintas. A matriz avermelhada, de natureza

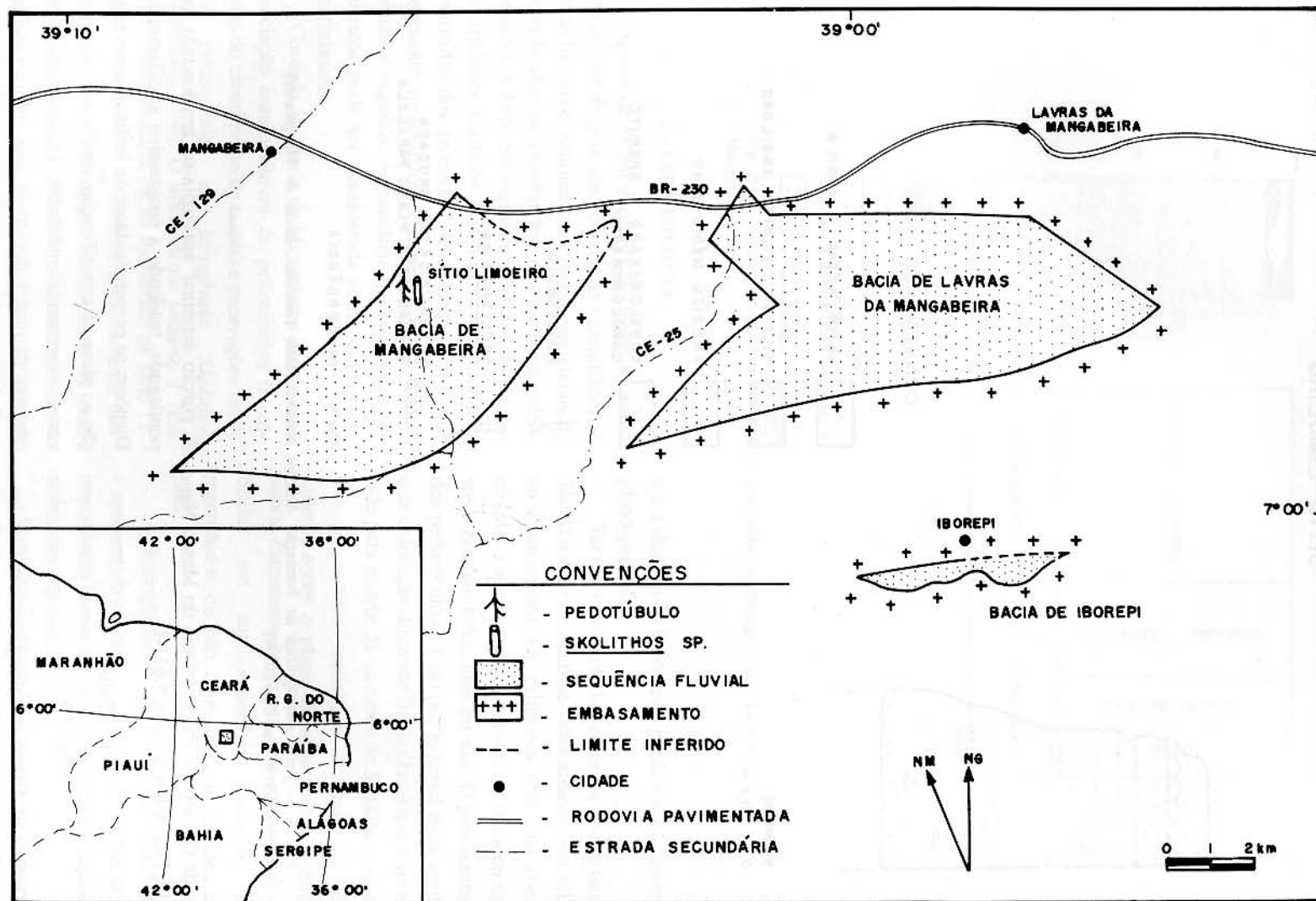


Fig. 4 — Mapa de localização dos icnofósseis do Sítio Limoeiro, Bacia de Mangabeira. Reproduzido de Carvalho (1989).

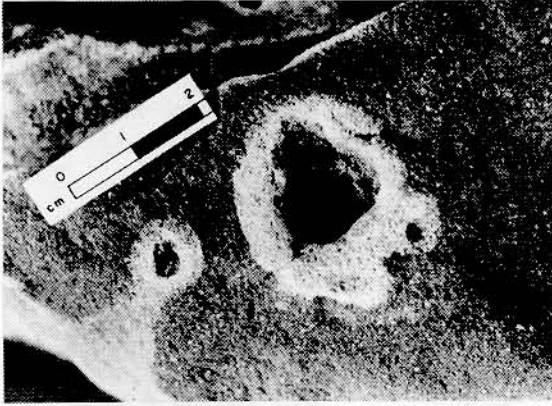


Fig. 5 — Seção transversal de dois pedotúbulos mostrando os halos de alteração. MN 5.611-I (exemplar A).

síltico-arenosa, com grande quantidade de grãos feldspáticos, encontra-se fortemente impregnada com óxidos e hidróxidos de ferro. De coloração amarelo-esbranquiçada, mostram halos consecutivos de alteração, de disposição concêntrica quando observados em seção transversal. Assim sendo, a porção mais interna tem cor branca e é normal-

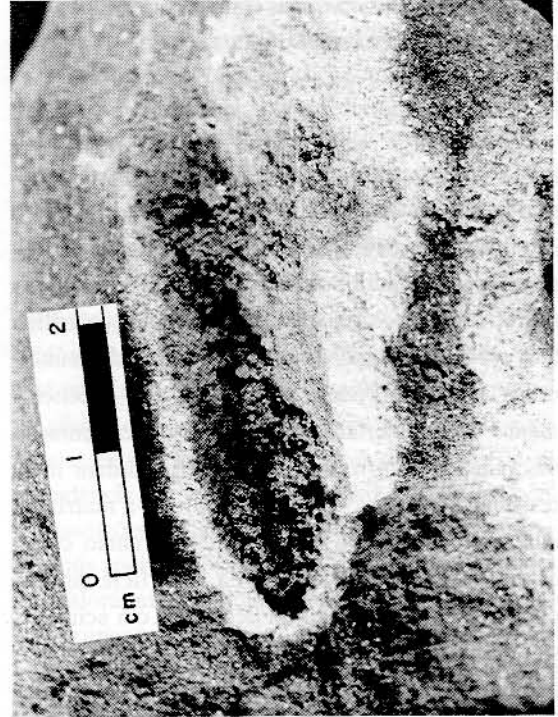


Fig. 7 — Pedotúbulo não bifurcado em seção longitudinal, mostrando o halo de alteração. MN 5.611-I (exemplar C).

mente envolvida por um halo bem definido de coloração amarela. O interior destas estruturas está normalmente preenchido por material argiloso ou de granulometria menor que a matriz envolvente. Interpretadas como pedotúbulos, atingem o comprimento de até 25,0 cm, tendo, em seção transversal, entre 0,5 e 4,0 cm de diâmetro. A região alterada que envolve o limite externo destas estruturas pode ter cerca de 2,0 cm de largura, sendo mais proeminente em suas extremidades.

Observações. Os pedotúbulos são indicativos do desenvolvimento de processos pedogenéticos, caracterizando assim paleossolos. A existência de raízes alongadas em sentido vertical, quase sempre retilíneas e em sedimentos arenosos, pode ser evidência de um lençol freático baixo.

Unidade litoestratigráfica. Formação Antenor Navarro.

Procedência. Sítio Limoeiro, Mangabeira, CE.

Material: MN 5.611-I (exemplares A, B e C).

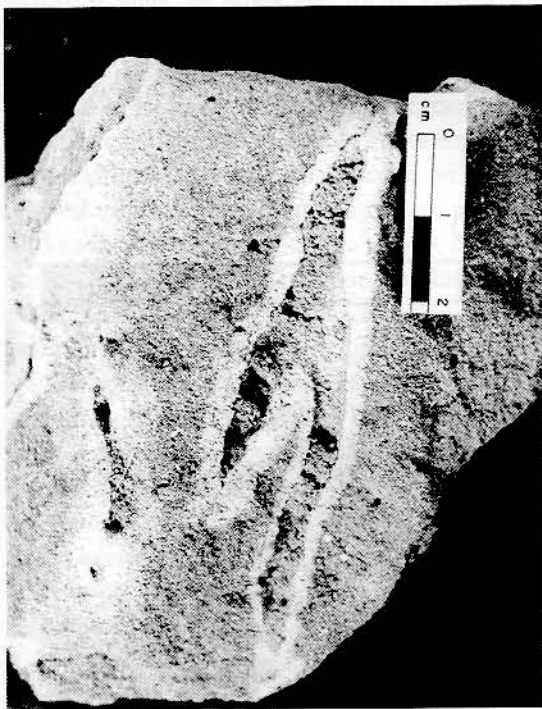


Fig. 6 — Seção longitudinal de um pedotúbulo bifurcado, o preenchimento destas estruturas é feito com sedimentos argilosos. MN 5.611-I (exemplar B).

Ícnogênero *Skolithos* Haldemann, 1840

Skolithos icnosp.

(Figs. 8, 9 e 10)

Descrição. Tubos retos ou sub-retos, com uma única abertura em sua porção terminal e dispostos perpendicularmente em relação ao plano de estratificação, não apresentando ramificações. As paredes destes tubos estão cimentadas por óxidos de ferro com aglutinamento de material de trítico (em especial grãos de quartzo) ao longo de seus limites externos. Podem possuir ou não preenchimento com material argiloso. A forte cimentação das paredes com óxidos de ferro os tornam mais resistentes aos processos erosivos que a matriz na qual estão inseridos, apresentando-se então como estruturas salientes ao longo da superfície de acamamento e atingindo altura de até 2,0 cm acima da superfície de erosão da rocha envolvente. A base dos tubos é arredondada e sua morfologia, em seção longitudinal, é parabólica. A abertura é circular ou ovalada com diâmetro entre 1,0 e 1,5 cm. Podem atingir até 5 cm de comprimento. Possuem coloração amarelo-avermelhada não muito distinta da matriz.

Observação. Apesar de considerado classicamente como indicativo de região marinha litorânea, o ícnogênero *Skolithos* não é exclusivo deste ambiente. Em analogia com a ação biogênica em depósitos fluviais recentes, podemos inferir que seus produtores poderiam ser insetos terrestres, os

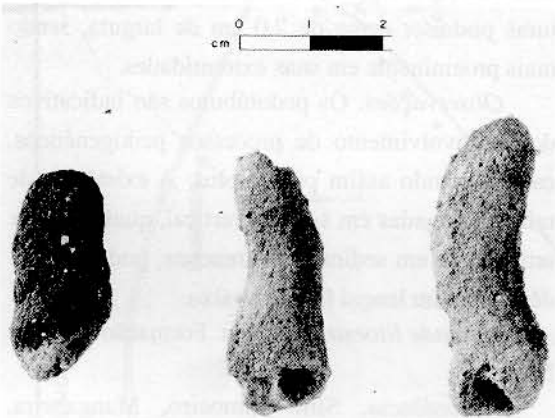


Fig. 8 — Vista lateral de três exemplares de *Skolithos*. MN 5.611-I (exemplares D, E e F).

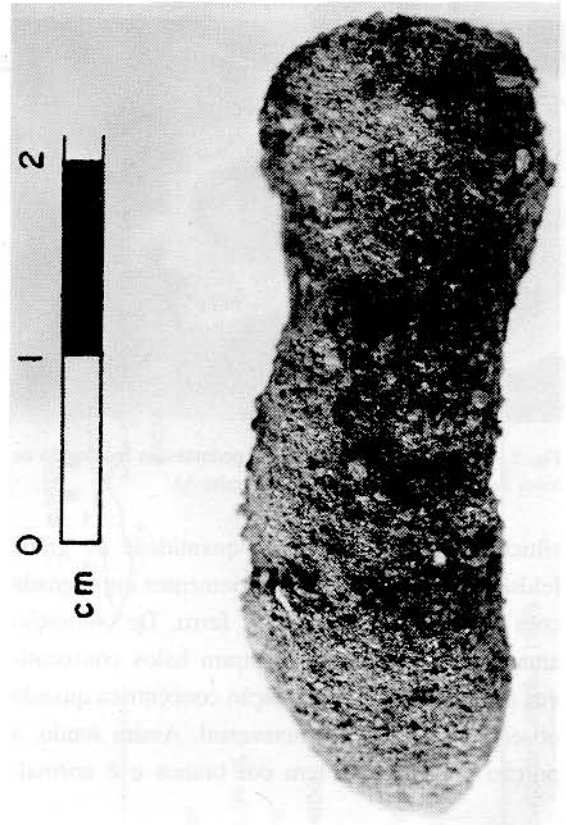


Fig. 9 — Vista lateral de um exemplar de *Skolithos*, evidenciando o aglutinamento de material detrítico nas paredes. MN 5.611-I (exemplar D).

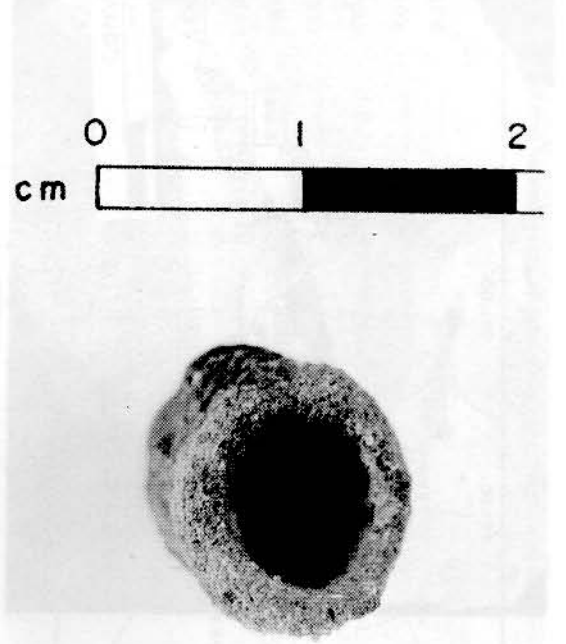


Fig. 10 — Detalhe da abertura circular de *Skolithos*. MN 5.611-I (exemplar G).

quais escavariam o sedimento arenoso para a construção destas estruturas de habitação.

Classificação etológica. Domichnia.

Unidade litoestratigráfica. Formação Antenor Navarro.

Procedência. Sítio Limoeiro, Mangabeira, CE.

Material: MN 5.611-I (exemplares D, E, F e G).

O SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL DOS ICNOFÓSSEIS DO SÍTIO LIMOEIRO

Representados por estruturas de forma irregular, orientadas perpendicularmente em relação ao plano de estratificação e com padrão geral cilíndrico, os moldes de raízes (pedotúbulos) encontram-se preenchidos por siltito argiloso. Em seções longitudinais podem apresentar dicotomias e sua parte basal possui forma arredondada ou pontiaguda. De modo semelhante às estruturas de raízes vegetais (*dikaka*) encontradas em dunas arenosas de ambientes desérticos, as quais têm um aporte esporádico de água, as raízes não foram preservadas. Ocorre contudo cimentação preferencial dos grãos arenosos na região antes ocupada pelas raízes. Glennie & Evamy (1968) exemplificaram alguns casos de cimentação ao redor de raízes em regiões áridas; o material cimentante poderia ser o gesso (disposto em um padrão concêntrico ao redor das estruturas formadas pelas antigas raízes), calcita ou mesmo halita. Consideraram que esta cimentação preferencial pode ser resultante de uma seleção de íons, em virtude da quantidade limitada de sais absorvida pelas plantas; os íons não absorvidos concentrar-se-iam nas imediações das raízes, cimentando o sedimento. Já os pedotúbulos do Sítio Limoeiro apresentam-se envolvidos por cimentação por óxidos de ferro, formando halos concêntricos de cor avermelhada a amarelada, o que pode explicar a ausência dos fósseis de raízes – as fortes condições oxidantes teriam conduzido à destruição total de restos orgânicos.

Cannon (1911) demonstrou a importância do caráter do sistema de raízes das plantas de regiões áridas como fator ecológico. Em zonas montanhosas, onde o suprimento d'água é quase totalmente

derivado das chuvas, e nas "bajadas", em que além da contribuição pluviométrica há o fornecimento d'água por escoamentos superficiais, a espessura do solo é bem pequena, o que, associado com o caráter intermitente do suprimento d'água, aumentam as condições de aridez. Nestas regiões, as raízes dos vegetais são pouco desenvolvidas, predominando as plantas anuais; suas maiores raízes não ultrapassam 20,0 cm, estando limitadas à profundidade de penetração das águas das chuvas. Já nas regiões de planície de inundação, o lençol freático está próximo o suficiente da superfície para permitir afluxo constante de água para as raízes dos vegetais, existindo então plantas perenes. Apesar da abundância em feldspatos, indicando possivelmente condições de aridez, a presença de argilominerais nos sedimentos arenosos onde são encontrados os pedotúbulos indica certa umidade. O pequeno comprimento destes (em torno de 25,0 cm), é sugestivo de um solo pouco desenvolvido, podendo representar raízes de plantas anuais, afetadas diretamente pelas águas das chuvas. A persistência destes vegetais seria diretamente dependente do tempo de retenção de umidade no subsolo.

O icnogênero *Skolithos* encontrado neste afloramento, representado por tubos retos ou sub-retos, com base arredondada e abertura circular, apresenta comprimentos que podem atingir até 5,0 cm. Organismos como aracnídeos, ortópteros e coleópteros podem produzir estruturas semelhantes.

Bracken & Picard (1984) registraram a ocorrência abundante de icnofósseis resultantes da atividade de organismos escavadores e de plantas na Formação Horn (Cretáceo-Terciário, Utah, U.S.A.). As escavações (*Skolithos* sp.) apresentam diâmetro médio de 0,4 cm e comprimento de 3,0 cm e o material de preenchimento não apresenta qualquer tipo de ordenamento, sendo de granulometria semelhante à rocha envolvente. A Formação Horn é interpretada como uma seqüência de depósitos de ambiente fluvial anastomosado e lacustre, e os icnofósseis restringem-se aos sedimentos de granulação mais fina (arenitos médios a finos).

Também em depósitos de transição de rio anastomosado para meandrante já foram identificados pedotúbulos e *Skolithos*. D'Alessandro *et al.*

(1987) indicaram a presença desses icnofósseis na seqüência eocênica da Formação Duchesne River (Utah, U.S.A.), interpretando o icnogênero *Skolithos* como sendo resultante da atividade de artrópodes (larvas ou insetos adultos) que escavariam na argila coesa para refúgio de fatores físicos estressantes. Nas facies argilo-arenosas da Formação Resende (Mio-Plioceno da Bacia de Resende, no Estado do Rio de Janeiro), resultantes de processos gravitacionais (corridas de lama) em leques aluviais, Fernandes *et al.* (1991) também registraram o icnogênero *Skolithos* cuja origem estaria relacionada à atividade escavadora de insetos, provavelmente coleópteros das famílias Carabidae e Staphylinidae, produzido durante o interregno dos eventos deposicionais.

As escavações de *Skolithos* podem ser produzidas antes ou depois do estabelecimento de uma vegetação em sedimentos arenosos de depósitos fluviais. Em depósitos recentes, após exposição durante um estágio de baixo caudal, já foi observada a ação biogênica de insetos (Smith & Hein, 1971). Dentro dos sedimentos arenosos dos sistemas de canais de uma planície de inundação, a atividade biológica conduz à modificação das texturas e estruturas originais.

Os depósitos da Formação Antenor Navarro no Sítio Limoeiro (Fig. 3), refletem sedimentação fluvial, com provável exposição subaérea durante os estágios de baixa descarga ou como resultado da migração do canal. Haveria assim o estabelecimento de uma vegetação perene, e insetos terrestres escavariam ativamente. As paredes aglutinadas dos tubos de habitação, cujos grãos maiores estão cimentados por óxidos de ferro, indicam que os sedimentos em que se formaram eram inconsolidados e pouco coesos. Estas condições ocorrem com mais frequência durante interrupções periódicas na sedimentação, quando as barras arenosas de um canal ou a parte mais distal de leques aluviais são expostos devido às flutuações de descarga. É durante a exposição e os estágios de baixo caudal que a atividade biogênica é mais intensa (Fig. 11).

A estrutura "verticalizada" dos moldes das raízes sugere que os vegetais desenvolveram um sistema radicular para a procura d'água, análogo ao de plantas de regiões onde o lençol freático é

flutuante, motivado por variações climáticas ou da migração do canal principal da área de atividade biológica. Entretanto, não se pode descartar a hipótese de que não haja contemporaneidade entre estes dois icnofósseis, sendo os pedotúbulos resultantes de processos pedogenéticos posteriores à sedimentação cretácica.

AGRADECIMENTOS

À Giuseppe Leonardi pelas informações geológicas e acesso à área estudada. À José Henrique Gonçalves de Melo (Cenpes-Petrobrás) pelo desenho de reconstrução ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M., (1969), Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. *In*: Congr. Bras. Geol., 23, Salvador, 1969. *Anais...* Salvador, SBG, p. 29-46.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R.; MACHADO JR., D. L. & DEHIRA, L. K., (1988), Magmatismo pós-paleozóico no nordeste oriental do Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, **18** (4): 451-462.
- BRACKEN, B. & PICARD, M. D., (1984), Trace fossils from Cretaceous/Tertiary North Horn Formation in Central Utah. *J. Paleont.*, **58** (2): 477-487.
- CANNON, W. A., (1911), The root habits of desert plants. The Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C., p. 87-96. *In*: Sarjeant, W.A.S. (Ed.), *Terrestrial trace fossils*. Stroudsburg, Pennsylvania, Hutchinson Ross Publishing Company, p. 6-16.
- CARVALHO, I. S., (1989), Icnocenosos continentais: Bacias de Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Mangabeira. Instituto de Geociências/UFRJ, Tese de Mestrado (Inédita).
- COSTA, W. D. & MELO, A. A., (1965), Geologia das quadrículas de Várzea Alegre e Lavras da Mangabeira do Ceará. *In*: Congr. Bras. Geol., 19, Rio de Janeiro, 1965. *Anais...* Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Avulso n. 40, p. 63-64.
- D'ALESSANDRO, A.; EKDALE, A. A. & PICARD, M. D., (1987), Trace fossils in fluvial deposits of the Duchesne River Formation (Eocene) Uinta Basin, Utah. *Palaeoogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **61**: 285-301.
- FERNANDES, A. C. S.; BORGHI, L. & CARVALHO, I. S., (1991), Icnofósseis de artrópodes na Formação Resende (Bacia de Resende, RJ). *An. Acad. bras. Ci.*, **63** (1): 96-97.

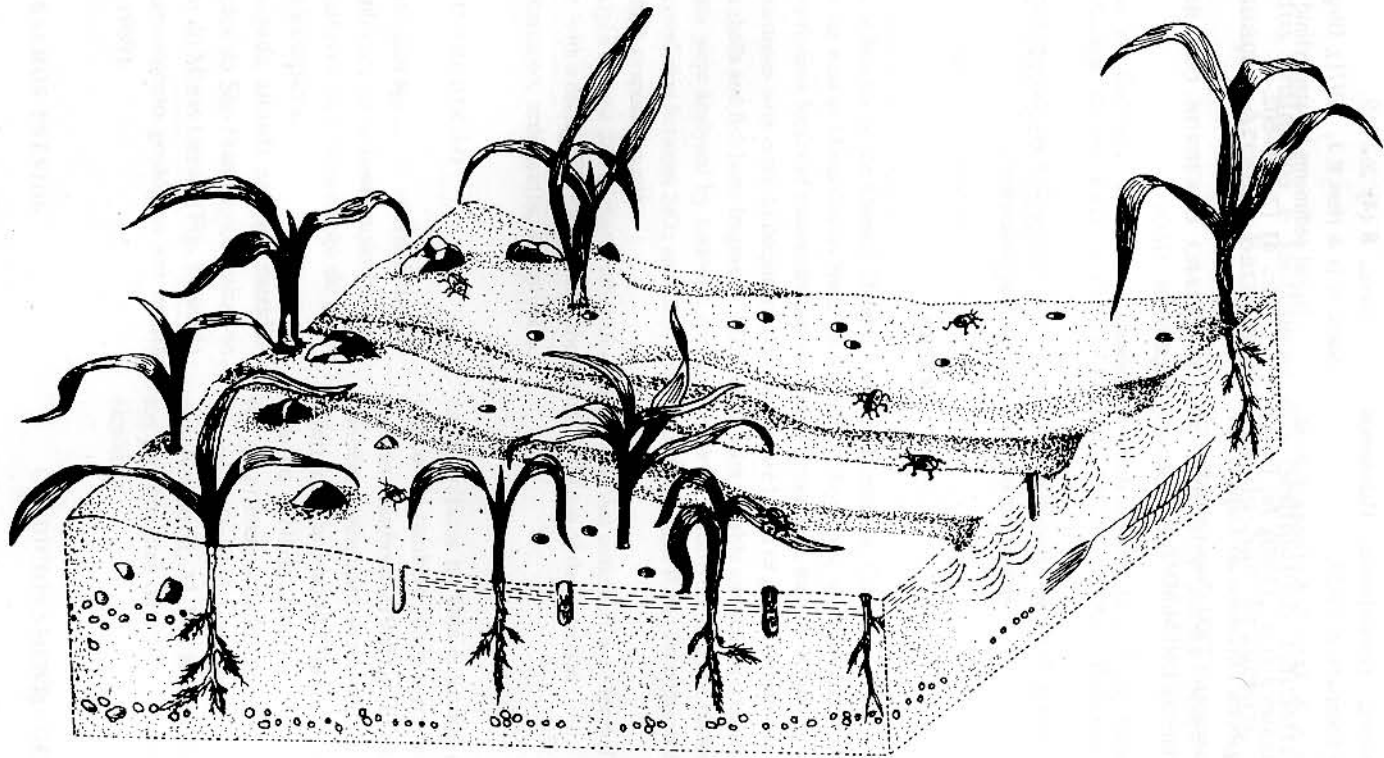


Fig. 11 — Reconstituição idealizada das condições ambientais na localidade de Sítio Limoeiro, Bacia de Mangabeira. Reproduzido de Carvalho (1989).

- GLENNIE, K. W. & EVAMY, B. D., (1968), Dikaka: plants and plant-root structures associated with aeolian sand. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **4**: 77-87. In: Sarjeant, W.A.S. (Ed.), *Terrestrial trace fossils*. Stroudsburg, Pennsylvania, Hutchinson Ross Publishing Company, p. 17-27.
- PRADO, F. S.; OLIVEIRA, A. A.; LEITE, E. A.; GOMES, F. E. M.; SILVA, F. P. & COLARES, J. Q. S., (1980), In: Projeto Lavras da Mangabeira. *Relatório da Etapa I. Volume I (Texto e anexos)*. CPRM (Superintendência Regional de Fortaleza)/ DNPM/MME, p. 1-65.
- PRIEM, H. N. A.; BOELRIJK, N. A. I. M.; VERSCHURE, R. H.; HEBEDA, E. H.; VERDUMEN, E. A. TH. & BON, E. H., (1978), K-Ar dating of a basaltic layer in the sedimentary Lavras Basin, Northeastern Brazil. *Rev. Brasil. Geoc.*, **8** (4): 262-269.
- SMITH, N. D. & HEIN, F. J., (1971), Biogenic reworking of fluvial sediments by staphylinid beetles. *J. Sedim. Petr.*, **41** (2): 598-602.